

油气储运管道防腐技术的现状与应用研究

汪 涛 马宪华 刘海楼 (山东海科化工有限公司, 山东 东营 257000)

摘 要: 油气储运管道的防腐工作是油气从业人员的重点关注内容,也是保障油气安全、高效储运的重要手段。在这种情况下,利用油气储运管道防腐技术手段加强油气储运管道的防腐性能有着重要作用。基于此,本文从实际情况出发,首先阐述了油气储运管道防腐技术的重要性与现状,明确了油气储运管道腐蚀机理,并针对性提出油气储运管道防腐技术的具体应用。

关键词: 油气储运; 管道; 防腐技术; 现状; 应用研究; 安全

0 引言

油气储运的工程建设包含多个领域范围,具有一定的复杂性与时效性,不同领域的集成呈现组成了油气储运的全过程。随着我国城市化、工业化建设的不断发展,越来越多的行业与领域的油气能源需求逐步增加,油气储运工程得到了进一步发展。其中,油气储运管道腐蚀问题是当前领域内的重大问题,对油气储运管道防腐技术进行研究对于加强油气储运管道的安全性,加强油气运输效率以及提高油气储运的稳定性都有着极为重要的现实意义。

1 油气储运管道防腐技术的重要性与现状

1.1 油气储运进行管道防腐的重要性

随着我国城市化、工业化建设规模的不断拓宽,油气管道工程已然成为我国建设发展的重要项目之一,承担着我国各行业生产所需油气的存储运输工作,涉及领域与涉及范围较广,在油气的处理、加热、净化、运输以及储存环节中涉及到各方面因素与部门。在现代化社会背景下,社会发展与生产对于油气资源的需求量愈发显著,为了实现油气资源的有效储存与高效运输,油气储运领域面临的机遇更多、挑战也更加严格。

但是在实际情况中,油气管道的安全问题已经成为油气领域面临的主要问题,油气的易燃、易爆特性使油气管道的安全隐患更加凸显,油气管道在长时间的油气储运过程中往往会发生较多的安全事故。因此,利用油气储运管道防腐技术能够进一步加强对油气管道的保护作用,以此加强油气运输的安全性与稳定性。

并且,因为油气管道往往是在地下铺设,管道建设过程中会受到多方面因素影响,具有较为显著的复杂性与系统性,油气管道受外界客观因素影响较大,在后续的油气储运过程中安全事故屡见不鲜。在这种情况下,油气储运管道防腐就成为了管道安全问题的

重要解决手段,提高防腐技术的应用程度对于促进油气领域发展有着重要作用,也是保障油气安全运行、加强油气储运改革发展的关键抓手。

1.2 油气储运管道防腐技术的现状

近段时间因为油气管道安全问题的进一步凸显,关于管道防腐层技术的研究与探讨热度逐步提高,也成为油气领域的重点话题。在此环境下,油气储运管道防腐技术的要求与标准也更为严格,防腐材料、防腐技术都得到了显著提高,关于油气储运管道防腐技术的新理念、新技术产生了一定程度的创新性突破。但从实际情况来说,油气储运管道防腐的实际应用仍需面对许多问题。

油气储运管道防腐技术作为保障油气管道储运的基础技术,对于加强管道防腐质量有着极为明显的影响,如何加强油气储运管道防腐技术的可行性与应用程度,是现代油气储运领域所需解决的主要问题。因此,越来越多的油气从业人员对管道防腐问题进行了充分重视,不断分析管道腐蚀问题的成因并积累经验,顺应时代发展,满足油气管道的储运防腐需求,加强油气管道领域的整体效益。从整体层面来讲,油气领域现如今的重点问题就是管道防腐的相关问题,相关人员与机构需要给予充分重视,切实加强油气储运管道防腐技术的应用力度,加强管道保护,实现油气储运的高效推进。

2 油气储运管道腐蚀机理

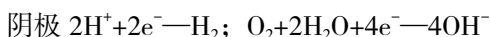
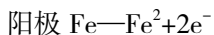
油气储运管道分为外腐蚀与内腐蚀两种,在进行油气储运管道防腐技术的选择时需要充分考虑管道腐蚀环境因素以及管道具体型号、环境因素等外部腐蚀因素。管道内防腐处理主要是实现管道与腐蚀介质的隔绝,并采取针对性措施加强管道内尤其的运动状态,减少油气运输摩阻力,实现油气传输的整体效率。管道腐蚀等级见表1。

表1 美国腐蚀工程师协会制定的腐蚀分类标准

腐蚀程度	均匀腐蚀率 (mm/a)	点腐蚀率 (mm/a)
轻微	0.025	0.127
适度	0.025~0.125	0.127~0.201
严重	0.125~0.254	0.202~0.381
极严重	> 0.254	> 0.381

2.1 溶解氧的腐蚀机理

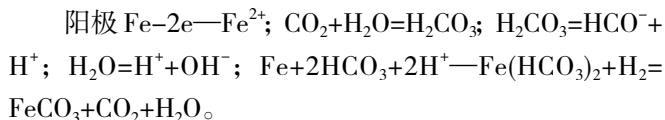
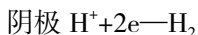
油气储运管道产生腐蚀最为主要的原因就是金属的氧化作用,其中如何处理溶解氧是油气储运管道防腐技术的重要关注点。如果管道内的溶解氧含量较高并发生反应就能够产生氧化膜,氧化膜能够阻隔腐蚀介质与管道,极大程度减轻了管道腐蚀现象。如果管道内部溶解氧含量较低无法形成有效的氧化膜,则会在一定程度上加快油气储运管道的腐蚀速度。溶解氧反应方程式如下所示:



经过以上方程组的反应后管道内部会产生 Fe_2 ,在产生脱水反应后形成 Fe_2O_3 ,此物质是铁锈的主要成分,如果油气储运管道内部铁锈过多,必然会导致管道产生破坏。

2.2 CO_2 的腐蚀机理

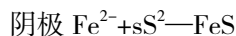
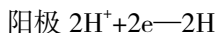
CO_2 是油气存储、运输过程中产生的伴生气,如果不溶于水保持干燥状态,则 CO_2 并不会对管道产生腐蚀作用。正因如此,如果 CO_2 溶于水并与金属制管道发生腐蚀反应,其腐蚀效率是盐酸的 1.3 倍左右,腐蚀机理方程式如下所示:



CO_2 产生与腐蚀的规律在经验上呈现以下趋势: $\text{CO}_2 < 0.031\text{MPa}$ 时则 CO_2 不产生腐蚀性。 $\text{CO}_2 = 0.031 \sim 0.24\text{MPa}$ 时会产生一定腐蚀性, $\text{CO}_2 > 0.24\text{MPa}$ 时产生的腐蚀现象则较为明显。

2.3 H_2S 的腐蚀机理

H_2S 具有很强的溶于水性,一旦 H_2S 与水相遇,当 pH 值降低至标准数值以下时管道腐蚀问题则更加严重,化学反应情况如下所示:



H_2S 的腐蚀总化学反应式为:



3 油气储运管道防腐技术的具体应用

3.1 管道表面防腐技术

管道表面防腐技术的应用主要是对油气储运管道表面涂抹惰性防腐材料,使金属制管道能够与腐蚀介质相隔离,保持一定的密封、分离状态,使其能够减少与外部潮湿环境的直接接触,以此加强油气储运管道的防腐作用与抗氧化功能。因此,油气储运管道表面防腐技术对于相关的防腐材料要求较高,需要一定的材料密实度以及抗氧化性能。在这种情况下,只有在不破坏防腐层的前提下才能保障外部潮湿环境与管道之间的隔离性。早期的油气储运管道表面防腐往往是利用沥青作为防腐材料,科技进步使环氧树脂、聚乙烯树脂等多种新型防腐材料不断被研发,相较于沥青,不仅具有更加高效的防腐性能,还具有很强的环保性。

3.2 管道内部防腐技术

油气储运管道的防腐处理措施主要以管道内壁处理为主,管道内壁防腐工作也是管道防腐工作的重要组成部分。目前来看,油气的主要组成部分包括大量易燃、易爆、高腐蚀性的化学物质,如果这些化学物质产生化学反应则必然会对油气储运管道产生严重的腐蚀破坏,比较常见的高腐蚀性化学物质包括硫化氢、二氧化碳等。如果这类化学物质与油气储运管道产生直接接触并产生腐蚀反应,则管道内部的内壁部分将会受到严重损伤。

在这种情况下,就必须要加强对于油气储运管道的内部防腐,全方面加强油气储运管道内壁防腐性能,保障油气储运的正常开展。因此,就需要注重内部防腐技术的开发研究,保障油气储运工程的技术选择,如果油气储运管道内部出现了严重腐蚀问题,对于油气储运整体质量都将产生极为恶劣的影响,尤其是油气储运管道内部的薄弱部位,如果出现腐蚀问题甚至会产生管道爆裂的不良后果。

目前,我国的内部防腐技术普及度最高、防腐效果最好、情况最适配的是缓蚀剂与除氧剂。相关维护人员在油气储运管道进行运输前为管道涂抹覆盖缓蚀剂与除氧剂,以此提高油气储运管道的防腐性能,在此期间需要特别注意管道中的薄弱位置。缓蚀剂的良好涂膜能够在油气储运管道内壁形成具有吸附性的沉

淀膜,减少金属活性从而降低油气对管道的腐蚀;除氧剂的主要功效在于能够对油气储运管道内部氧气进行吸收,减少管道内部氧气以此实现降低氧化反应的目的,进而增强油气储运管道的防腐性能。同时,为了更加全面、清楚的了解油气储运管道工作期间的具体情况,可以针对性安装监控设备对管道进行实时监控,明确油气储运管道的腐蚀程度,如果发现腐蚀现象则需要及时解决,防止因为管道腐蚀问题的进一步扩大而产生恶劣后果。

3.3 管道防腐层技术

管道防腐层技术本质原理与管道表面防腐具有一致性,此技术主要是应用惰性金属漆等防腐材料在油气储运管道内壁进行喷涂,惰性金属漆或非金属材料能够在油气储运管道内壁产生粘结作用,并形成材料的高强度内衬,以此保护管道内部与腐蚀介质的隔离,相比于内涂层技术,管道防腐层技术具有更多选择性,包括三层聚乙烯、溶解环氧、高弹性橡胶材料、聚氯乙烯塑料材料等非金属材料。目前,因为科学技术的不断发展,越来越多的非金属材料在油气储运管道防腐工作中得到了推崇。许多油气储运工程对于管道防腐层技术的应用较为青睐,比如“西气东输”工程便是应用三层聚乙烯这种非金属材料进行管道防腐工作。在使用管道防腐层技术过程中,需要注重以下两方面:

①应保持油气储运管道内部的清洁度,将油气储运管道内壁中残留的油污、铁锈以及各种杂物进行有效清洁处理,保证内壁的干燥性,加强防腐镀层与油气储运管道内壁的贴合度,从而全面加强油气储运管道的防腐性能;

②应保障防腐涂层的光滑度,在此情况下油气运输过程中与管道之间的摩擦阻力降低,能够有效提高油气运输效率与安全性。

3.4 阴极保护技术

阴极保护技术主要是结合涂层保护防腐技术,对在地下铺设的油气储运管道以及储罐进行保护的技术措施,能够进一步加强油气储运管道的防腐性与安全性能。阴极保护及时也是目前油气领域应用较为广泛的技术,防腐效能明显,防腐效率较高。阴极保护技术具有许多种类,诸如排流保护、附加电力阴极保护等。阴极保护技术的有效应用很大程度上是电化学作用产生电镀层后,将管道与腐蚀介质进行有效隔离的功能实现。在阴极保护系统中,因为电池阳极氧化反

应能够进一步加强金属管道的防腐性能,并通过氧化反应抑制管道腐蚀速度,加强金属构件负电位。在这种情况下,通过金属构件的电位偏移以及与腐蚀介质的有效隔离,能够进一步加强管道的防腐效果。在此期间,需要注重对阴极的保护,使其能够与阳极相互映照,并加强阳极与阴极之间的电介质数量,加强阴极阳极之间的导电性,以此保障油气储运的高效开展。在此期间,需要进行对管道的损伤点检查,确保施工工序的规范性与制度性。如果施工不规范,产生挤压、磨损或电极设置不当等问题,防腐层必然会受到严重破坏。如果在施工过程中管道产生了损伤,需要第一时间对管道受损位置进行标识,并检查防腐层的检查处理,对防腐层的漏点位置进行标记处理。当此环节工作完成后,还需要结合相关制度标准检查管道中的损伤点与漏点,并进行修补处理,严格遵守相关工艺标准进行充分检查,避免因防腐层漏点问题增加管道腐蚀风险,规避油气储运的安全事件发生。

综上所述,油气能源的先天特性使其在地理位置分布上具有严重的失衡性,为了满足我国各行业的油气能源需求,就需要利用油气储运这一形式对油气进行高效传输、及时送达,其中如何对油气储运管道进行防腐是其中的重点工作。因此,相关人员需要利用管道表面防腐技术、管道内部防腐技术、管道防腐层技术、阴极保护技术等管道防腐技术加强油气的安全储运,以此保障油气储运的高效性与安全性。

参考文献:

- [1] 王长征. 针对油气储运中管道防腐技术的分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(23): 195-196.
- [2] 薛鹏, 宋尚鑫, 童文辉. 试论油气储运管道防腐技术的应用现状 [J]. 科技创新与应用, 2019(06): 159-160.
- [3] 张立初. 管道防腐技术在油气储运中的全程控制与应用策略 [J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(10): 119-120.
- [4] 张秀静. 油气储运中管道防腐工艺设计与应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(02): 160-162.
- [5] 郑斌, 李刚, 李文明, 惠洪东, 郑锐, 李汉成. 油气储运中的管道防腐问题 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(10): 32-33.
- [6] 赵亮. 管道防腐技术在油气储运中的全程控制与应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(01): 172-174.
- [7] 袁奇. 试论油气储运管道防腐技术的应用现状 [J]. 全面腐蚀控制, 2020, 34(03): 51-52.